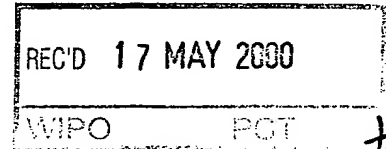


EP 00 / 2 8 3 1

096037817

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Bescheinigung**

#6  
18 Jan 02  
R. Talitz

Die Siemens Aktiengesellschaft in München/Deutschland und die EMS-Inventa AG in  
Domat, Ems/Schweiz haben eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

„Optische Ader“

am 31. März 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen  
Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol  
G 02 B 6/44 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 27. März 2000

**Deutsches Patent- und Markenamt**

**Der Präsident**

Im Auftrag

Ebert

Aktenzeichen: 199 14 743.4

**THIS PAGE BLANK (USPIC)**

## Beschreibung

## Optische Ader

5 1. Einleitung

Kunststoff-Lichtwellenleiter (im folgenden kurz K-LWL genannt) kommen im Bereich der Telekommunikation als störungsanfällig und einfach handhabbares optisches Übertragungselement überall dort zum Einsatz, wo der Abstand zwischen Sende- und Empfangseinheit nur wenige Meter bis maximal 100 - 150 m beträgt. Auch in den Bereichen Verkehrstechnik/Fahrzeugbau (Daten- und Signalübertragung in Kraftfahrzeugen, Flugzeugen, Schiffen usw.), Beleuchtung (Wechselverkehrszeichen), Automatisierungstechnik (Maschinensteuerung) und Sensorik gewinnen K-LWL zunehmend an Bedeutung (siehe beispielsweise [1]).

20 2. Stand der Technik

Ein der Daten- oder Signalübertragung dienender K-LWL besteht aus einem häufig aus Polymethylmethacrylat (Brechzahl  $n_{\text{PMMA}} = 1,49$ ) gefertigten Faserkern ( $\varnothing_{\text{Kern}} \approx 980 \mu\text{m}$ ) und einem den Faserkern konzentrisch umhüllenden, auch als „Cladding“ bezeichneten, ein- oder mehrschichtig aufgebauten Fasermantel (Außendurchmesser  $\varnothing_{\text{Mantel}} \approx 1000 \mu\text{m}$ ). Als Mantelmaterial finden vorwiegend fluorhaltige Kunststoffe Verwendung, deren Brechzahl im Bereich zwischen  $n_{\text{Mantel}} = 1,35 - 1,42$  liegt. Die optische Dämpfung eines solchen K-LWL beträgt typischerweise 130 - 150 db/km ( $\lambda = 650 \text{ nm}$ ), der minimale Biegeradius etwa 5 - 10 mm.

Um den empfindlichen K-LWL vor mechanischen, thermischen und chemischen Einwirkungen zu schützen, wird er mit einer im folgenden als Schutzhülle bezeichneten ggf. auch mehrschichtig aufgebauten Kunststoffmantel versehen (siehe beispielsweise [2]). Die mittels eines Extruders aufbrachte Schutz-

hülle (Außendurchmesser  $\varnothing_{\text{Ader}} \approx 1,5 - 2,2 \text{ mm}$ ) kann, je nach Verwendungszweck oder Einsatzgebiet, beispielsweise aus Polyethylen (PE), Polyvinylchlorid (PVC), Ethylenvinylacetat (EVA) oder Polyamid (PA) bestehen.

5

Im Bereich des Automobilbaus findet vorwiegend PA 12 als Schutzhüllenmaterial Verwendung, da es den dortigen Anforderungen hinsichtlich der mechanischen Festigkeit (Zugfestigkeit, Querdruckfestigkeit), der maximalen Einsatztemperatur und der chemischen Beständigkeit erfüllt. Probleme bereitet allerdings die schlechte Haftung der PA 12-Schutzhülle auf einem K-LWL, dessen Fasermantel aus einem fluorhaltigen Polymer besteht. Der nur schwache Haftsitz der Schutzhülle wirkt sich insbesondere dann nachteilig aus, wenn die optische Ader (K-LWL plus Schutzhülle) in einer großen Temperaturschwankungen unterliegenden Umgebung (Fahrgastzelle eines Kraftfahrzeuges) verlegt ist und sich der K-LWL aufgrund seines unterschiedlichen Wärmedehnungsverhaltens und der nur schlechten Haftung des PA 12 auf dem Fluorpolymer relativ zur Schutzhülle bewegt. Dies hat zur Folge, daß sich beispielsweise der Abstand der Stirnfläche des K-LWL zu den Sende- und Empfangselementen (Leuchtdiode/PIN-Diode) unter Umständen soweit vergrößert, daß unzulässig hohe, ggf. zum Ausfall der Datenübertragungsstrecke führende Intensitätsverluste auftreten. Außerdem besteht die Gefahr der Beschädigung der Sende- oder Empfangselemente, falls der K-LWL zu weit aus der Schutzhülle herauswandert.

Um diesen als „Pistoning“ des K-LWL bezeichneten Effekt zu unterdrücken, werden Stecker, Koppler oder Halterungen verwendet, die große Klemm- oder Crimpkräfte auf die Schutzhülle ausüben und so die Reibung zwischen Schutzhülle und K-LWL erhöhen. Die dadurch bewirkte Deformation der Grenzschicht zwischen Faserkern und Fasermantel hat allerdings eine erhöhte Signaldämpfung zur Folge.

35

Das Abmanteln der Schutzschicht im Stecker verhindert zwar das „Pistoning“, birgt allerdings die Gefahr, den Fasermantel während der Montage durch die unsachgemäße Handhabung des mit einem Messerpaar ausgestatteten Absetzwerkzeugs zu beschädigen.

Die vom Stecker auf die optische Ader ausgeübten Klemm- oder Crimpkräfte lassen sich auch durch eine formschlüssige Verankerung des K-LWL in einer konusförmigen Bohrung des Steckergehäuses reduzieren. So wurde vorgeschlagen, die Stirnfläche des K-LWL mit Hilfe einer heißen Platte anzuschmelzen, den entstehenden Schmelzwulst in die sich nach Innen verjüngende Steckerbohrung zu drücken und den K-LWL so fest im Steckergehäuse zu verankern. Im aufgeschmolzenen und damit deformierten Bereich weicht die Geometrie des K-LWL u.U. erheblich von der Totalreflexion ermöglichenden Zylindergeometrie ab, so daß im Steckergehäuse erhöhte Intensitätsverluste auftreten.

Die EP 0 767 190 A1 ([3]) beschreibt eine Formmasse auf Basis von PA, wobei das PA einen Aminoendgruppenüberschuß aufweist und mindestens ein dem bereits auspolymerisierten PA zugesetztes Diamin enthält. Diese Formmasse dient insbesondere als Haftvermittler in Mehrschicht-Verbundsystemen, um thermoplastisch verarbeitbare Fluorpolymere kraftschlüssig mit Polyamiden zu verbinden.

### 3. Gegenstand, Ziele und Vorteile der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine optische Ader gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Die optische Ader soll sich dadurch auszeichnen, daß ihr K-LWL auch bei großen Temperaturschwankungen eine im Vergleich zum Stand der Technik deutlich geringere Relativbewegung bezüglich der Schutzhülle ausführt. Die die Schutzhülle bildende Formmasse soll auf dem Fasermantel gut haften und diesen chemisch nicht angreifen. Außerdem soll sichergestellt sein, daß das Übertragungsverhalten und die Dämpfungseigenschaften der optischen Ader

weitgehend dem des nicht mit der Formmasse umhüllten K-LWL entsprechen. Eine optische Ader gemäß Patentanspruch 1 erfüllt diese Anforderungen.

5 Aufgrund des guten Haftsitzes der aus einem modifizierten PA bestehenden Schutzhülle auf dem Fasermantel des K-LWL muß ein  
10 endseitig aufgesetzter Stecker deutlich geringere Klemm- oder Crimpkräfte auf die optische Ader ausüben, um den als „Pistoning“ bezeichneten Effekt zu verhindern. Dies vermindert  
15 die durch äußere Kräfte hervorgerufene Signaldämpfung im K-LWL und ermöglicht die Verwendung vergleichsweise einfach aufgebauter und damit billigerer Stecker oder Halterungen. Außerdem kann das Abmanteln der Schutzhülle im Bereich des Steckers entfallen. Selbst eine 24stündige Lagerung der  
optischen Ader bei einer Temperatur  $T = 80^{\circ}\text{C}$  führt zu keiner, durch chemische Prozesse hervorgerufenen Erhöhung der Signaldämpfung. Es tritt insbesondere keine Verfärbung des Fasermantels auf.

#### 20 4. Zeichnungen

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnung erläutert, wobei die einzige Figur ein Ausführungsbeispiel einer optischen Ader („K-LWL-Simplex-Ader“) im Querschnitt zeigt.

25

#### 5. Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

Die in Figur 1 nur schematisch und nicht maßstabsgetreu im Querschnitt dargestellte optische Ader 1 kommt insbesondere  
30 als Übertragungselement für die störungsfreie Übermittlung von Daten und Signalen innerhalb der Fahrgastzelle eines Kraftfahrzeugs zum Einsatz. Als lichtleitende Struktur enthält die Ader 1 einen sogenannten Stufenindexprofil K-LWL, der im gezeigten Ausführungsbeispiel aus einem PMMA-Faserkern  
35 2 (  $\varnothing_{\text{Kern}} = 980 \mu\text{m}$ , Brechzahl  $n_{\text{Kern}} = 1,49$ ) und einem aus einem fluorhaltigen Polymer gefertigten, ein- oder mehrschichtig aufgebauten Fasermantel 3 (  $\varnothing_{\text{Mantel}} = 1000 \mu\text{m}$ , Brechzahl  $n_{\text{Mantel}}$

= 1,35 - 1,42) besteht. Da sich der Kunststoff PMMA sehr gut schneiden und schleifen läßt, nimmt die Bearbeitung der Faserstirnfläche (diese soll sauber, glatt und riefenfrei sein) nur wenig Zeit in Anspruch. Darüber hinaus besitzt der K-LWL 2/3 trotz des relativ großen Durchmessers von etwa 1 mm eine außerordentlich hohe, die Montage und Verlegung erleichternde Biegefestigkeit. Die optische Dämpfung des Faserkerns 2 beträgt typischer Weise 70 - 100 db/km ( $\lambda = 570$  nm) bzw. 125 - 150 db/km ( $\lambda = 650$  nm).

Bei den als Mantelmaterial bzw. als Material für die äußere Mantelschicht verwendeten fluorhaltigen Polymeren kann es sich um reine Polymere, Copolymere fluorhaltiger Monomere sowie Copolymere fluorhaltiger Monomere mit Acrylsäure oder Acrylaten sowie Mischungen solcher Polymere oder Copolymere handeln. In Betracht kommen insbesondere Vinylidenfluorid, Tetrafluorethen, Hexafluorpropen, Methacrylsäure-tetrafluorpropylester, Methacrylsäure-pentafluor-propylester, Methacrylsäuretrifluorethylester, Methacrylsäure-heptadecafluor-decylester sowie Mischungen oder Copolymerisate derselben, wahlweise auch Acrylsäure- oder Acrylatmodifizierte Polymere, Copolymeren oder Polymermischungen.

Die Außendurchmesser des Faserkerns 2 und Fasermantels 3 entsprechen der in der IEC 60 793-2 spezifizierten Norm (Außendurchmesser des Mantels  $\varnothing_{\text{Mantel}} = 1000 \pm 60$   $\mu\text{m}$ , Kerndurchmesser  $\varnothing_{\text{Kern}}$  typischerweise 10 - 20  $\mu\text{m}$  kleiner als  $\varnothing_{\text{M}}$ ; numerische Apertur  $0,5 \pm 0,15$ ). Es ist selbstverständlich auch möglich, die Maße des Faserkerns 2 und des Fasermantels 3 entsprechend den anderen Normwerten ( $\varnothing_{\text{Mantel}} = 750 \pm 45$   $\mu\text{m}$  bzw.  $500 \pm 30$   $\mu\text{m}$ ) zu wählen oder den Abmessungen der im freien Handel erhältlichen Stufenindexprofil-K-LWL ( $\varnothing_{\text{Mantel}} = 75$   $\mu\text{m}$ / 125  $\mu\text{m}$ / 250  $\mu\text{m}$ / 380  $\mu\text{m}$ / 1500  $\mu\text{m}$ / 2000  $\mu\text{m}$ / 3000  $\mu\text{m}$ ) anzupassen.

Die den K-LWL umhüllende durch Co- oder Tandemextrusion aufgebrachte Formmasse 4 schützt den empfindliche K-LWL 2/3 vor

äußeren Einflüssen. Ihre Dicke ist entsprechend der oben erwähnten Norm so gewählt, daß der Außendurchmesser der Ader  $\varnothing_{\text{Ader}} = 2,2 \pm 0,1 \text{ mm}$  ( $\varnothing_{\text{Mantel}} = 1000 \text{ }\mu\text{m}$  oder  $\varnothing_{\text{Mantel}} = 750 \text{ }\mu\text{m}$ ) bzw.  $\varnothing_{\text{Ader}} = 1,5 \pm 0,1 \text{ mm}$  ( $\varnothing_{\text{Mantel}} = 500 \text{ }\mu\text{m}$ ) beträgt.

5

Die als Schutzhülle dienende und besonders gut auf dem fluorhaltigen Polymer des Fasermantels 3 haftende Formmasse 4 besteht aus einem modifizierten PA, dessen Carboxyl-Endgruppenkonzentration maximal  $30 \text{ }\mu\text{Äq/g}$ , insbesondere maximal  $15 \text{ }\mu\text{Äq/g}$  beträgt und dessen Aminoendgruppenkonzentration im Bereich zwischen  $50 - 500 \text{ }\mu\text{Äq/g}$ , insbesondere im Bereich zwischen  $50 - 300 \text{ }\mu\text{Äq/g}$ , vorzugsweise im Bereich zwischen  $90 - 250 \text{ }\mu\text{Äq/g}$  liegt. Die genannte Aminoendgruppenkonzentration wird durch einen aminischen Regler eingestellt, den man dem noch nicht auspolymerisierten PA zusetzt (Einpolymerisation des Kettenreglers). Als Kettenregler eignen sich z.B. Hexylamin, Octylamin, Ethylhexylamin, Tridecylamin, Dibutylamin, Stearylamin sowie weitere aliphatische, cycloaliphatische oder aromatische Monoamine, die 2-44 C-Atome, insbesondere 4-36 C-Atome enthalten als auch Diamine wie z.B. 1,4-Diaminobutan, 1,6-Diaminohexan, Diaminocyclohexan, 1,10-Diaminodecan, 1,12-Diaminododecan, m- oder p-Xylylendiamin, Cyclohexyldimethyldiamin, Bis-(p-aminocyclohexyl)methan sowie weitere aliphatische, cycloaliphatische oder aromatische Amine, die 2-44 C-Atome, insbesondere 6-36 C-Atome enthalten als auch der Überschuß eines aminischen difunktionellen Monomers, das Hauptkomponente des Polyamids ist.

Geeignete Polyamide im Sinne der Erfindung sind Homo- und Copolyamide, die sich bei genügend tiefen Temperaturen verarbeiten lassen, um den Mantel und Faserkern des K-LWL nicht zu beschädigen. Solche Polyamide können auch polyamidbildenden Monomeren wie z.B. Caprolactam, Laurinlactam, Aminocapronsäure, Aminoundecansäure, Dodecandisäure, Dimersäure, Terephthalsäure, Isophthalsäure, Cyclohexandicarbonsäure, Naphthalindicarbonsäure, tert-butyl-Isophthalsäure, Phenylindandicarbonsäure, Diaminobutan, Hexamethyldiamin, Methyl-



pentamethylendiamin, 3,3 Dimethyl-4,4-Xylylendiamin, 2,2-Bis(p-aminocyclohexyl)-propan, Bis(p-aminocyclohexyl)methan, Isophorondiamin, Polypropylenglycoldiamin, Norbonandiamin, 1,3-Bis(aminomethyl)cyclohexan, TCD-Diamin aufgebaut sein.

- 5 Hierzu gehören z.B. PA 11, PA 12, PA 1212, PA 610, PA 612, PA 69 oder deren Copolyamide oder weiteren Copolyamiden wie z.B. PA-6/12, PA 6/66, PA 6/610, PA 6/61, PA 66/61.

- 10 Den so aufgebauten Polyamiden können noch die üblichen Zusatzstoffe wie UV- und Hitzestabilisatoren, Kristallisationsbeschleuniger, Weichmacher, Flammenschutzmittel, Gleitmittel und anorganische Füllstoffe zugesetzt sein.

- 15 Um den Haftsitz der aus einem modifizierten Polyamid gefertigten Schutzhülle 4 auf dem Fasermantel 3 zu prüfen, wurde folgende Testmethode angewandt:

- 20 - teilweises Absetzen der Schutzhülle einer ca. 500 mm langen Ader derart, daß die Länge der verbleibenden Schutzhülle ca. 30 mm beträgt;
- Durchführung des abgesetzten Teils der Ader durch die Bohrung einer Platte, wobei der Durchmesser der Bohrung mit  $\varnothing \approx 1,1$  mm etwas größer ist als der Außendurchmesser des Fasermantels;
- 5 - Einspannen des abgesetzten Endes der Ader in eine Zugprüfmaschine (Abzugsgeschwindigkeit: 10 mm/min) und
- Messung der Zugkraft, bei der sich die Schutzhülle vom Mantel des K-LWL löst.

- 30 Dem Test unterworfen wurden die in der Tabelle angegebenen PA 12 Typen.

| Polymer  | NH <sub>2</sub> -Endgruppenkonzentration | COOH- Endgruppenkonzentration | rel. Viskosität 0,5% in m-Kresol 20°C |                          |
|----------|--|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| PA Nr. 1 | 10                                       | 95                            | 1.65                                  | PA nicht erfindungsgemäß |
| PA Nr. 2 | 95                                       | < 15                          | 1.66                                  | PA erfindungsgemäß       |
| PA Nr. 3 | 134                                      | < 5                           | 1.58                                  | PA erfindungsgemäß       |
| PA Nr. 4 | 173                                      | < 5                           | 1.47                                  | PA erfindungsgemäß       |

Hierbei zeigte sich, daß die für das Abstreifen einer aus PA Nr. 1 bestehenden Schutzhülle benötigte Zugkraft aufgrund des von Probe zu Probe sehr unterschiedlichen Haftsitzes der Schutzhülle auf dem jeweiligen K-LWL minimal etwa 11 N (kein Haftsitz), typischerweise 40 - 50 N und maximal 51 N betrug. Die gemessenen Abstreifkräfte für Adern mit erfindungsgemäßen PA-Schutzhüllen variierten mit Werten zwischen 68 - 75 N deutlich weniger. Der gemessene Maximalwert der Abstreifkraft von 75 N überrascht um so mehr, als die Extrusionstemperatur für die die Schutzhülle bildende Formmasse wegen der vergleichsweise niedrigen Glasübergangstemperatur des als Kernmaterial verwendeten PMMA ( $T_g \approx 100 - 110^\circ\text{C}$ ) nur etwa  $T = 185 - 200^\circ\text{C}$  betragen durfte.

Eine vergleichsweise große Abstreifkraft wurde auch bei einer optischen Ader gemessen, deren Schutzhülle aus dem in [3] beschriebenen PA bestand. Für die genannten Anwendungen eignet sich dieses PA allerdings nicht, da die Wärmelagerung entsprechend aufgebauter Adern (24 h bei  $T = 80^\circ\text{C}$ ) eine Braunfärbung des äußeren Mantelbereichs zur Folge hatte.

Im folgenden drei typische Beispiele getesteter Adern ( $\varnothing_{\text{Mantel}}$  = 1000  $\mu\text{m}$ ;  $\varnothing_{\text{Schutzhülle}}$  = 2,2 mm):

- 5 1) K-LWL: Typ SB-1000; Asahi Chemical Industry Co., LTD  
 Formmasse: Grilamid L16A (erfindungsgemäß PA);  
 EMS-Chemie AG; CH-7013 Domat/Ems  
 Verarbeitungstemperatur der Formmasse:  $T = 190^{\circ}\text{C}$   
 Verarbeitungsgeschwindigkeit: 60 m/Min  
 Abstreifkraft: 68 - 75 N (Mittelwert 73N)
- 10 2) K-LWL: SB-1000  
 Formmasse: Grilamid L16 LM (nicht erfindungsgemäßes PA)  
 EMS-Chemie AG  
 Verarbeitungstemperatur:  $T = 190^{\circ}\text{C}$   
 15 Verarbeitungsgeschwindigkeit: 60 m/Min  
 Abstreifkraft: 48-51N (Mittelwert 49N)
- 20 3) K-LWL: Typ TB-1000; Asahi Chemie Industry Co., LTD  
 Formmasse: Grilamid L16LM (nicht erfindungsgemäßes PA)  
 Verarbeitungstemperatur:  $T = 190^{\circ}\text{C}$   
 Verarbeitungsgeschwindigkeit: 60m/Min  
 Abstreifkraft: 7-18N (Mittelwert 11N)

## 6. Ausgestaltungen und Weiterbildungen

Die Erfindung beschränkt sich selbstverständlich nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele. So ist es ohne weiteres möglich,

- 30 - die Schutzhülle 4 der optischen Ader 1 auch mehrschichtig auszubilden (siehe insbesondere [2]) oder sie mit einem PVC-Mantel der Dicke  $d \approx 1 - 2 \text{ mm}$  zu versehen;
- Verstärkungselemente, insbesondere Glasfasern, Kohlefasern oder Mineralfasern in die Schutzhülle 4 einzubetten;
- 35 - dem Schutzhüllenmaterial noch Füllstoffe (Ruß, Talkum, usw.) beizumischen und

- eine oder mehrere der optischen Adern 1 als lichtübertragende Elemente in den aus [4] bekannten Simplex-, Duplex-, Zwillings- oder Hybridkabeln zu verwenden.

5 7. Literatur

- [1] Draht 46 (1995) 4; Seiten 187 - 190
- [2] WO 99/12063
- [3] EP 0 767 190 A1
- 10 [4] A. Weinert: Kunststofflichtwellenleiter- Grundlagen, Komponenten, Installation; Publicis MCD Verlag, 1998, Seiten 55 - 62

## Patentansprüche

1. Optische Ader (1) mit einem einen Faserkern (2) und einen  
ein- oder mehrschichtig aufgebauten Fasermantel (3) aufwei-  
5 sendenden K-LWL und einer den K-LWL umschließenden Schutzhülle  
(4), wobei der Fasermantel (3) oder zumindest dessen äußere  
Schicht aus einem fluorhaltigen Kunststoff und die Schutz-  
hülle (4) aus Polyamid bestehen,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
10 daß die Carboxylendgruppenkonzentration des Polyamids maximal  
30  $\mu\text{Äq/g}$  beträgt und die Aminoendgruppenkonzentration im Be-  
reich zwischen 50  $\mu\text{Äq/g}$  und 500  $\mu\text{Äq/g}$  liegt.

2. Optische Ader nach Anspruch 1,  
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß die Carboxylendgruppenkonzentration maximal 15  $\mu\text{Äq/g}$  be-  
trägt und die Aminoendgruppenkonzentration im Bereich zwi-  
schen 50  $\mu\text{Äq/g}$  und 300  $\mu\text{Äq/g}$  oder im Bereich zwischen 90  
20  $\mu\text{Äq/g}$  und 250  $\mu\text{Äq/g}$  liegt.

3. Optische Ader nach Anspruch 1 oder 2,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h PA 11 oder PA 12  
als Polyamid.

4. Optische Ader nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß das Polyamid aus der Gruppe PA 1212, PA 610, PA 612, PA  
69 oder weiteren Copolyamiden wie PA 6/12, PA 6/66, PA  
66/610, PA 6/6I oder PA 66/6I ausgewählt ist.

30 5. Optische Ader nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß die Aminoendgruppenkonzentration durch Zugabe von mono-  
oder difunktionellen Aminen oder durch Überschuß einer das  
35 Polyamid bildenden Diaminkomponente eingestellt ist.

6. Optische Ader nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Polyamid zumindest einen Zusatzstoff aus der Gruppe  
UV-Stabilisator, Wärme-Stabilisator, Kristallisationsbe-  
5 schleuniger, Weichmacher, Flammenschutzmittel, Gleitmittel oder  
organischer Füllstoff enthält.

7. Optische Ader nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
10 daß der Fasermantel (3) aus Vinylidenfluorid, Tetrafluore-  
then, Hexafluorpropen, Methacrylsäure-tetrafluor-propylester,  
Methacrylsäure-pentafluor-propylester, Methacrylsäure-  
trifluorethylester, Methacrylsäure-heptadecafluor-decylester  
sowie aus Mischungen oder Copolymerisaten der genannten  
15 Stoffe, wahlweise auch aus Acrylsäure- oder Acrylat- modifi-  
zierten Polymeren, Copolymeren oder Polymermischungen  
besteht.

8. Optische Ader nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
20 dadurch gekennzeichnet,  
daß der Faserkern (2) auch PMMA besteht.

9. Optische Ader nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
25 daß der Außendurchmesser des K-LWL (2,3) im Bereich zwischen  
75 - 3000  $\mu\text{m}$  liegt.

10. Optische Ader nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
30 daß der Außendurchmesser des Fasermantels (3)  $1000 \pm 60 \mu\text{m}$ ,  
 $750 \pm 45 \mu\text{m}$  oder  $500 \pm 30 \mu\text{m}$  beträgt.

11. Optische Ader nach Anspruch 8 oder 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
35 daß der Durchmesser des Faserkerns (2) etwa 10 bis 20  $\mu\text{m}$   
kleiner ist als der Außendurchmesser des Fasermantels (3).

12. Optische Ader nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Schutzhülle (4) aus mehreren Schichten besteht.

- 5 13. Optische Ader nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Außendurchmesser der Ader (1) im Bereich zwischen  
0,15 mm und 5,0 mm liegt.

## Zusammenfassung

## 1. Optische Ader

5 2.1 Im Bereich der Automobilindustrie kommen zunehmend K-LWL  
zum Einsatz, deren Schutzhülle (4) aus einem PA besteht. Da  
unmodifiziertes PA nur schlecht auf dem häufig als Material  
für den Fasermantel (3) verwendeten Fluorpolymeren haftet,  
bewegt sich der K-LWL (2,3) bei einer Temperaturänderung  
10 relativ zur Schutzhülle (4). Um diesen als „Pistoning“  
bezeichneten Effekt zu unterdrücken, müssen die LWL-Stecker  
und Halterungen sehr große, zu einer Erhöhung der Signal-  
dämpfung führende Klemmkräfte auf die Schutzhülle (4) und den  
darin angeordneten K-LWL (2,3) ausüben.

15

2.2 Durch Verwendung eines modifizierten PA läßt sich der  
Haftsitz der Schutzhülle (4) auf dem aus einem Fluorpolymer  
bestehenden Mantel (3) eines K-LWL deutlich verbessern. Als  
Schutzhüllenmaterial kommt insbesondere ein modifiziertes PA  
20 12 in Betracht, dessen Carboxylendgruppenkonzentration maxi-  
mal  $30 \mu\text{Äq/g}$  beträgt und dessen Aminoendgruppenkonzentration  
im Bereich zwischen  $50 \mu\text{Äq/g}$  und  $500 \mu\text{Äq/g}$  liegt.

## 3. Figur 1

25



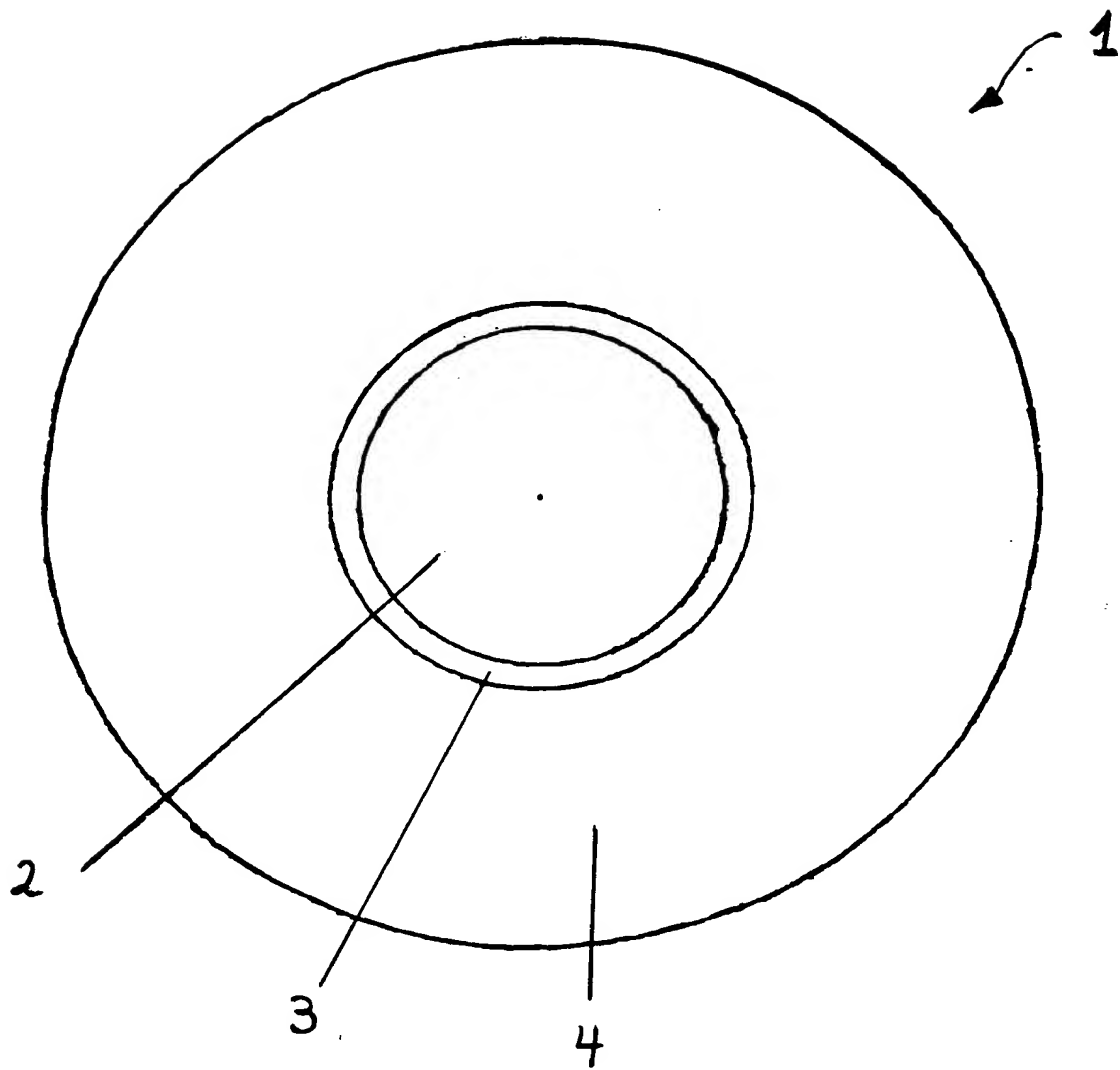


Fig. 1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**